

## 如何利用太阳能的被动蒸发冷却技术

随着人们对于环境污染问题越来越重视、对于室内空气品质要求的不断提高，在不断加紧研究和推行空调节能，改善室内空气条件，寻找替代冷源的同时，许多国家都在积极研究探索利用自然条件的冷却方法。理论上，以降低建筑物维护结构外表面温度为目的利用太阳能被动蒸发冷却问题，按蒸发机理可分为两类：一类是自由水面的蒸发冷却问题，这类问题包括蓄水屋面、蓄水漂浮物、浅层蓄水、流动水膜及复杂的喷雾措施等；另一类则是多孔材料蓄水蒸发冷却问题。

### 1. 第一类：自由水面蒸发冷却问题

较早时期的建筑被动蒸发冷却并没有被详细的分类，主要是采用在屋顶覆盖上一层水袋的方法使建筑物降温。水袋上有一层可移动的隔热板，在白天时将隔热板盖在水袋上，使其不受阳光照射，有了水袋，天花板的温度较低，在室内起冷源作用。夜间，将水袋暴露于空间，通过对流辐射使它将热能散失掉。在较干燥的地区，夏天可以采用蒸发冷却方案，设置一个湿冷器以增加空气湿度，即当室外空气通过湿冷器使空气降温加湿，以上两种方式都可称为被动蒸发冷却的雏形。

### 2. 第二类：多孔材料蓄水蒸发冷却问题

此类蒸发冷却采用在建筑物面上铺设一层多孔材料，如松散的砂层或加气混凝土层等，此层材料依靠淋水或天然降水来补充含湿层水分。当材料含湿后受太阳辐射和大气对流及天空长波辐射换热，内部水分通过热湿迁移机理的作用迁移至表面并在此蒸发。含湿多孔体水分蒸发过程是众多因素综合作用的结果，如液体扩散、毛细流动、蒸发凝结、压力梯度、重力等。在蒸发冷却过程中，最初材料表层存在一层连续水膜，这层水膜的蒸发基本上如同上面所说的自由液面的蒸发，不受材料内部因素的影响，随着这层水膜的蒸发材料表面含湿量减少，材料内部的水分就会补充到材料表面进行蒸发，如果表面水分的补充速度低于表面水分蒸发速度，那么材料的蒸发面将会下降，会影响到蒸发效果。屋顶铺设松散的多孔含湿材料的被动蒸发冷却方法适用于一些雨量丰富、风力较小的北亚热带地区，在建筑物屋顶平面使用。而铺设固体的多孔材料对于雨量丰富、风速大的南亚热带地区在建筑物外表面及城市道路上使用。在气候干旱少雨的地区也可以通过喷淋水的方式给多孔材料层补水。

屋顶铺设多孔含湿材料的方法首先解决了蓄水屋面无法上人的问题，此外多孔含湿材料被动降温效果显著，建筑屋面降温约 2.5℃，屋顶内表面温度约降 5℃；优于现行的传统蓄水屋面。

### 被动冷却技术的新发展

至今为止，有许多科研工作者对传统的被动冷却技术进行了大量的实验研究，在原有的基础上对其不足之处进行了大量的完善工作。在被动冷却技术的传统应用方式的基础上出现了多种改善后的应用方式，下面就一些主要的应用方式进行简要介绍。

#### 1. 屋面被动冷却技术

1.1 带有可移动隔热板的屋顶水池在水池上设置一层隔热板，在夏季，在日间水池由隔热板覆盖，夜间隔热板移走并且通过夜间使水冷却。建筑物热量通过屋顶由室内传至周围环境并且获得冷却。通过使用带有隔热板的屋顶水池可使得屋顶热减小。在冬季，在日间移开隔热板，以便水池里的水吸收太阳辐射热并加热建筑物。水池在夜间盖上隔热板以便水池中热水将其热量传给建筑物。屋面蓄水对屋顶结构要求较高，绝湿层要求较高，否则屋顶会漏水，同时维修不便，因屋面无法直接上人维修。

#### 1.2 蒸发反射屋顶

这种屋顶的设计是由在以岩石为底的水池上覆盖一个混凝土吊顶构成。在这个基础上是一个空气层，它通过一个铝板与外界环境隔开。铝板的表面涂有一层白色钛基涂料以提高日间辐射的反射。在夜间，铝板的温度降低到岩石床和水的混合温度之下。屋顶内的水蒸汽冷凝并依靠重力作用下降。经过大量的关于不同的外部温度和太阳辐射强度下降的计算，显示出这种系统的冷却效果很显著。结构如图 4 所示。

在这种应用方式中，高热容量的材料（岩石床）可以延迟日间热量进入建筑物的时间，使之在夜间进入建筑物内，从而使建筑物受其影响较小。屋顶由一个混凝土吊顶和一个平铝板构成，平铝板使得位于以岩石床为底的水池

上空气层与外界环境分隔开来。这个部分防止水蒸气向外界扩散。这种方式结构较为复杂，对于构成的材料要求较高，投资较高，要有较好的密闭性，维修不方便。

### 1.3 屋顶设置空气隔热层

在屋顶上设置空气隔热层可使建筑物屋顶得热量减小。一般情况下是在屋顶放置一些导热性能较低的支撑物，并在上面放一层隔热板，这样在屋顶和隔热板之间就形成了一个空气层。这个空气层就起到了隔热作用，不但可以通过隔热板使屋顶太阳辐射得热减少，还可以通过空气层的隔热作用使得隔热板到屋顶的传热减少，从而减少室内得热。在屋顶设置空气隔热层可以避免屋顶水池和含湿材料两种情况中屋顶防腐和绝湿层的问题，但是这种方式只能在减少建筑物得热方面有一定作用，比较单一。

## 2. 墙体的被动冷却技术

随着被动冷却技术的发展，人们除了对建筑物屋顶的被动技术进行研究之外，应用于建筑物墙体的被动冷却技术也逐渐引起科研工作者的注意，同时出现了应用于建筑物墙体的几种被动冷却方式。

### 2.1 墙体内部设置空间层

这种结构通过空心砖或双层砖体形成墙体内部的空间层。建筑物结构内部存有空间层有可能大大提高建筑物热阻值，使得建筑物结构热量的散失和获得都降低，并且无论是在冬季还是夏季都可以获得能量以保持适合的室内温度。另外还可以提高用户的舒适性。随着冬夏的不同通过升高或降低墙体内部表面温度。采用建筑物墙体内部空间层通风而不是采用密封墙体可以节约大量能源。这种方式现今在许多建筑中都得以应用，可以防止在冷气候条件下墙体结露。采用建筑物墙体内部空间层通风要比采用密封墙体节约能量。

### 2.2 墙体外表面铺设固体多孔材料

这种结构通过在墙体外表面铺设固体多孔材料构成。墙体外表面铺设多孔含湿材料可以通过含湿材料的蒸发冷却作用降低墙体温度，同时吸收一定量的太阳辐射使得含湿材料的蒸发冷却作用增强。由于建筑物结构中墙体所占面积较大，所以应用这种方式可使得建筑物在整体上得以冷却，但在含湿材料补水方面应多加注意。铺设固体的多孔材料对于雨量丰富、风速大的亚热带地区、我国华南地区、在建筑物外表面及城市道路上使用。在气候干旱少雨的地区也可以通过喷淋对多孔材料进行充分的润湿，这些有待于科研工作者进行进一步的研究。这种墙体外表面铺设固体含湿材料的被动冷却方式初始投资较大。

## 3. 应用于窗、阳台、玻璃幕墙的被动冷却技术

在开放空间和阳台上设置一个简单水帘，在建筑物外表面玻璃幕墙表面设置流动水膜，流过系统的空气被冷却加湿。如果使水和空气充分接触并使水出口处的空气均达到平衡态（饱和），那么系统里的空气达到的温度将接近于出口处空气的湿球温度。图6显示的是一种在自然通风条件下暴露水帘的蒸发冷却系统。这种冷却方式使得建筑物外表美观，在炎热干旱季节提高建筑物内空气湿度，提高室内舒适性。适用于开放空间或玻璃幕大量存在的建筑物，宜于与其它冷却技术结合使用。但应注意玻璃幕密封问题。

## 4. 其它被动冷却技术

除了上面提到的新出现的被动冷却方式，有的建筑物还在建构地下室等地下建筑以增加建筑物地面的蓄热能力，使室温变化曲线平稳，室内温度变化幅度小。但其对建筑物内环境影响不大，适合与其它被动冷却方式结合使用，起辅助的作用。另外在建筑物周围种植草木给建筑物提供遮荫，也可以辅助其他被动冷却方式对建筑物内部环境起到一定的影响作用。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/22110.html>